

Автоматизированная линия получения творога

Показатели качества творога определены ГОСТ Р 52096–2003 «Творог. Технические условия».

Потребитель же воспринимает и оценивает его в первую очередь по внешнему виду и консистенции. Продукт, имеющий рассыпчатую консистенцию и характерную крупнозернистую структуру, соответствующую традиционному творогу, пользуется стабильным спросом покупателей.

Такой творог на сегодняшний день в основном вырабатывают в открытых ваннах с дальнешим отделением сыворотки в установках типа УПТ или ваннах самопрессования. Недостатками его производства являются:

- открытый способ;
- большое количество ручных операций;
- нецелесообразность автоматизации процесса в данном аппаратном оформлении и, как следствие, прямая зависимость качества готового продукта от добросовестности оператора.

Проектирование автоматизированной линии получения творога закрытым способом привело к модернизации оборудования, наиболее соответствующего для получения так называемого традиционного творога [1, 2]. В состав линии входят горизонтальный емкостной аппарат для выработки молочных белковых продуктов (творогоизготовитель), установка прессования творожного сгустка, роторный насос для подачи сгустка, транспортер для подачи готового продукта, как опции, линия сбора сыворотки, станция СIP-мойки и заквасочное оборудование.

Как отмечалось ранее, условием получения творога требуемой консистенции является минимальное дробление сгустка в процессе обработки [3]. Поэтому при проектировании оборудования ставилась задача – максимально сократить механическое воздействие на сгусток в процессе обработки в творогоизготовителе и в установке прессования.

Обоснование целесообразности принятых технических решений приведено в табл. 1.

В октябре–ноябре 2006 г. проведены испытания опытного технологического

Таблица 1

Конструктивная особенность	Влияние на технологию творога
Творогоизготовитель	
Форма корпуса горизонтального творогоизготовителя	<ul style="list-style-type: none"> ● Эллиптическая форма обеспечивает меньшую высоту столба жидкости при том же объеме ● Небольшая высота снижает гидростатическое давление на сгусток ● Рубашка имеет большую теплообменную площадь, что способствует качественному и равномерному теплообмену во всем объеме продукта
Наличие двух валов	<ul style="list-style-type: none"> ● Устраняется эффект вращения сгустка, свойственный одному валу ● Меньшая окружная скорость инструмента снижает механическое воздействие на сгусток ● Гарантирована обработка сгустка во всем объеме без застойных зон ● Уменьшение длины инструмента в совокупности с меньшей высотой столба жидкости обеспечивает снижение энергопотребления
Унифицированная рубашка для нагрева/охлаждения	<ul style="list-style-type: none"> ● Повышается эффективность теплообмена в 1,5 раза по сравнению с традиционной пароводяной рубашкой, тем самым уменьшается продолжительность процесса
Установка прессования творожного сгустка	
Бесконечная фильтрующая лента – барабанный фильтр	<ul style="list-style-type: none"> ● Бережное и равномерное самопрессование и естественное уплотнение сгустка в процессе вращения мешалки (многократное переваживание продукта на бесконечной ленте фильтрующего барабана) ● Отсутствие внешнего механического воздействия на сгусток, что способствует сохранению традиционной консистенции творога
Отдельные фильтрующие секции	<ul style="list-style-type: none"> ● Замена фильтрующих мешков, применяемых в ваннах для самопрессования и прессования, в установках типа УПТ ● Устраняется ручной труд ● Процесс становится закрытым ● Появляется возможность автоматизировать процесс
Совмещение процессов прессования и охлаждения	<ul style="list-style-type: none"> ● Сокращается продолжительность технологического процесса
Фильтровальная ткань (лавсан)	<ul style="list-style-type: none"> ● На фильтрационные характеристики сопротивление самой ткани влияет меньше, чем сопротивление творожного сгустка, в отличие от металлического сита, которому свойствен эффект смачивания и ухудшения фильтрации за счет жира
Насос	
Роторный насос	<ul style="list-style-type: none"> ● Более бережное обращение со сгустком

оборудования для получения творога – творогоизготовитель РТ–3,0 с рабочим объемом 3 м³ и первый вариант установки УТС.

Творог получали из обезжиренного молока методом кислотной сычужной коагуляции. В подготовленное молоко вносили закваску DVS CH–N–19 прямого внесения, растворы сычужного фермента и хлорида кальция.

Результаты испытаний выявили недостатки в основном установки прессования. Принятая за основу идея бесконечного фильтрующего барабана не оправдала ожиданий, что видно из данных табл. 2. Массовая доля влаги составила 88 % при нормативном показателе не более 80 %.

При проектировании не было учтено, что при многократном использовании одних и тех же участков фильтру-

Таблица 2

Физико-химические показатели используемого сырья и готового продукта	Значение
Обезжиренное молоко	
Плотность, кг/м ³	1032
Титруемая кислотность, °Т	16
Массовая доля, %:	
жира	0,1
белка	3,02
Творог обезжиренный	
Массовая доля влаги, %	88
Консистенция	Пастообразная мажущаяся

ющего барабана происходит забивание пор фильтрующего материала, поэтому отвод сыворотки из него был затруднен, что не позволяло добиться требуемой влажности. Кроме того, отдельные фильтрующие секции не имели достаточной герметичности, что дополнительно повлияло на забивание фильтрующего материала барабана.

С целью определения требуемой площади фильтрации проведены испытания на лабораторной установке, показавшие, что при заполнении лавсанового мешка сгустком с сывороткой интенсивное отделение влаги (до 40 %) от первоначального объема происходит в течение первых нескольких минут, а затем скорость снижается.

Из-за сближения частиц сгустка, образующих пористую дисперсную систему, в начальный период прессования количество влаги интенсивно уменьшается. После сближения и слипания частиц, составляющих скелет сгустка, капилляры перекрываются и сыворотка из пор вытесняется менее интенсивно.

Кроме того, быстрое обезвоживание творожного сгустка в период заполнения мешка и последующего этапа самопрессования соответствует интенсивному выделению свободной сыворотки через изначально чистые поры фильтровального материала. При этом немаловажную роль играет соотношение объема творожного сгустка с сывороткой и площади фильтровальной поверхности. По расчетам, удельная площадь фильтровальной ткани, приходящаяся на 1 л сгустка с сывороткой, в установке типа УПТ составляет около 0,013 м².

С учетом результатов испытаний проведен корректировочный расчет площади фильтровальной поверхности, необходимой для обезвоживания заданного количества сгустка. При расчете учитывались опытные данные скорости удаления сыворотки через лавсановую поверхность. Во внимание также приняты возможная массовая доля жира в творожном сгустке, используемый метод коагуляции, наличие тепловой обработки сгустка в коагуляторе и другие факторы, влияющие на скорость отделения сыворотки через фильтровальную поверхность, а следовательно, и на объем секции.

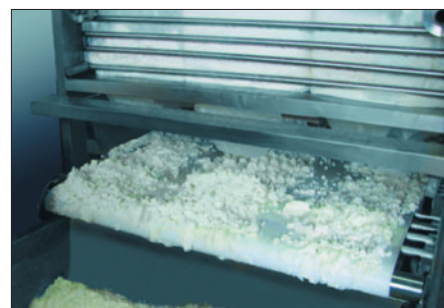
В результате анализа различных конструкторских схем, проведенных испытаний и расчетов определены следующие дополнительные требования технического задания на установку прессования:

- увеличение поверхности фильтрации с соблюдением оптимального соотношения площади фильтровальной поверхности и объема обезвоживаемого сгустка;

- разделение фильтрующих секций в пространстве для свободного отвода сыворотки по всей поверхности и равномерного обезвоживания сгустка;



а



б

Рис. 1. Вид секций после заполнения сгустком (а), выгрузка творога из установки (б)

- максимальное использование фильтрующей поверхности с возможностью ее «обновления»;

- минимальное механическое воздействие на сгусток при заполнении, самопрессовании и прессовании;

- циклическое нагружение при прессовании, предотвращающее перекрывание каналов выхода сыворотки в слоях сгустка, находящихся непосредственно в контакте с фильтровальным материалом;

- уменьшение толщины слоя охлаждаемого творога для эффективного и быстрого охлаждения.

Для реализации требований технического задания проведены изменения в конструкции установки.

Из опытных данных установлено, что для совместной работы с творогоизготовителем РТ-3,0 общий геометрический объем секций установки прессования должен составлять не более 1,8 м³ при удельной площади фильтровальной ткани 0,013 м²/л.

Отдельные фильтровальные секции представляют собой лавсановые рукава без дна. За счет управляемого пневматического прижима образуется замкнутый снизу объем, заполняемый сгустком.

Сгусток с сывороткой дозированно заполняет секции в несколько приемов, что позволяет более эффективно использовать фильтровальную ткань и уменьшить размеры оборудования.

Предварительно обезвоженный в процессе заполнения и самопрессова-

ния сгусток попадает под воздействие нажимных плит и подвергается незначительному по времени прикладываемому прессованию (рис. 1, а). Одновременно с процессом прессования за счет подачи в охлаждающую рубашку хладоносителя происходит охлаждение сгустка в достаточно тонком слое.

С целью поддержания постоянной скорости вытеснения сыворотки прессование осуществляется при циклическом нагружении с помощью пневмоцилиндра. При снятии нагрузки под действием гравитационных сил происходит частичное разрушение уплотненного слоя, образуются новые капилляры, через которые при новом цикле нагружения интенсивно выводится сыворотка.

После достижения требуемых параметров по влажности и температуре прижим отводится и творог высыпается на транспортер (рис. 1, б). Установка секций с помощью быстросъемного крепления облегчает санитарную обработку фильтровальной ткани.

Программное обеспечение технологической линии предусматривает автоматизацию следующих операций:

- дозированная подача молочной смеси и закваски в творогоизготовитель;
- перемешивание молочной смеси;
- ведение температурно-временного режима получения сгустка;
- разрезка и перемешивание сгустка;
- тепловая обработка сгустка – нагрев и охлаждение;
- удаление части сыворотки;



а



б

Рис. 2. Общий вид линии во время испытаний (а), сгусток во время разрезки (б)

- дозированная подача сгустка в установку прессования;

- самопрессование и прессование сгустка до стандартной влажности и охлаждение;

- выгрузка готового продукта;

- санитарная обработка всех маршрутов линии с заданным регламентом.

Для приемочных испытаний были представлены творогоизготовитель РТ-6,0 и модернизированная установка УТС прессования творожного сгустка (рис. 2). Творог получали кислотным способом из обезжиренного молока с применением подогрева сгустка до 36 °С без выдержки (табл. 3). Заквашивание проводили при 30 °С, в качестве закваски использовали лиофилизированную DVS культуру CH-N-19.

Из 3600 кг обезжиренного молока получено 488 кг творога (рис. 3). Таким

Таблица 3

Физико-химические показатели используемого сырья и готового продукта	Значение
Обезжиренное молоко	
Плотность, кг/м ³	1030
Титруемая кислотность, °Т	17
Массовая доля, %:	
сухих веществ	9,04
белка	3,23
жира	0,1
Творог обезжиренный	
Массовая доля влаги, %	77,3
Консистенция	Мягкая, рассыпчатая

образом, расход молока составил 7,38 кг на производство 1 кг творога, что ниже типовой нормы расхода обезжиренного молока с аналогичным содержанием сухих веществ (7,55 кг/кг с учетом содержания сухих веществ 9,03 %).

Канд. техн. наук

В.М.РУССКИХ,

главный конструктор ОКБ ОСКОН



Рис. 3. Полученный продукт

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Липатов Н.Н. Производство творога. Теория и практика. – М.: Пищевая промышленность, 1973.
2. Русских В.М., Филинков А.С., Савалкова О.А. Некоторые вопросы производства творога традиционным способом// Молочная промышленность. 2006. № 5.
3. Русских В.М. Совершенствование традиционного способа производства творога// Молочная промышленность. 2006. № 5.